

明 細 書

被写体の検査部位の撮影方法および撮影装置

技術分野

- [0001] 本発明は被写体の検査部位の撮影方法および撮影装置、特に自動変速機用ハウジング等各種形態のハウジングの接合端面又は同接合端面に塗布したシール部材を被写体として撮影しその画像によって当該接合端面又は同接合端面におけるシール部材の付着状態を的確に点検し得る撮影方法および撮影装置に関するものである。

先行技術の検討

- [0002] 特開平8(1996)-334478号公報においては、ペースト状シール部材の自動塗布装置によってワークの接合端面に塗布したシール部材の塗布状態を検査する方法が開示されている。この検査方法においては、複数のCCDカメラによって撮影されたシール部材の画像の中心を検査ポイントとして特定し、同画像の幅方向の両端位置から検査ポイントまでの画素のうちその濃度が設定値以上に変化した画素の位置を被写体であるシール部材の幅方向両端位置と判定して、この幅方向両端位置が検出されない場合にその検査ポイントに切れ目があると判定している。この検査方法に使用されるCCDカメラはワークに対して相対的に固定されてモノクロでワークの接合端面を撮影するようになっており、各CCDカメラのワークに対する撮影距離は4-6画素程度の有効画素数にてワークが撮影されるように設定されている。
- [0003] 上記の検査方法においては、CCDカメラによって撮影されたモノクロ画像の濃度によりシール部材を抽出しているが、照明位置や照度の変動するとシール部材の画像の濃度が変化し、或いはワークの接合端面に近接して位置するピンなどの陰によっても当該シール部材の画像の濃度が変化する。このような検査環境でシール部材の切れ目の有無を判定した場合には、画像濃度の変化により判定を誤るおそれがある。この問題を解消するためには、撮影位置位置を囲って外乱光を遮ることにより照度を管理してCCDカメラによる撮影をすればよいものの、このための設備費が増大する。

[0004] また、上記の検査方法においては、予め定めた検査ポイントについてシール部材の切れ目を判定しているので、シール部材の切れ目を連続的に検出することができない。この問題に対処するため、CCDカメラによって撮影されたシール部材が塗布されたワーク接合端面の画像を2値化データ又は濃度データとして取込んでシール部材が存在する領域として定めた複数の領域について画像処理を行い、前記画像の画素が連続していれば当該シール部材に切れ目がないと判定し、連続していなければ切れ目があると判定する技術が提案されている。

この技術の実施において、例えば有効画素数が幅640ドット×高さ480ドットのCCDカメラを用いて、外形が幅360mm×高さ300mmの接合端面を撮影した場合、撮影された接合端面の幅方向の解像度は $360 \div 480 = \text{約} 0.75/\text{ドット}$ となるがノイズを考慮した解像度は1mm/ドットとなり、1mm以下のシール部材の切れ目は検出できない。この解像度を高めるためには、複数のCCDカメラを使用すればよく、例えば4個のCCDカメラを使用して接合端面を4つに分割して撮影すれば0.5/ドット程度の解像度が得られ、25個のCCDカメラを使用して接合端面を25に分割して撮影すればノイズを考慮しても0.2mm/ドット程度の解像度が得られる。しかし、CCDカメラの使用個数が増大するので設備費が増大することになる。

発明の概要

[0005] 上記の問題に対処するため、本発明の主たる目的は、自動焦点機能を有する単一のCCDカメラで自動変速機用ハウジング等各種形態のハウジングの接合端面に塗布したペースト状シール部材を被写体として撮影して、撮影した被写体の画像を処理することにより当該被写体の検査部位におけるシール部材等の部材の付着状態を的確に点検できる撮影方法および撮影装置を提供することにある。

[0006] 本発明によれば、上記の目的は、自動焦点機能を有するカメラを検査すべき被写体に対向して所定位置に首振り可能に配置して、同カメラをその視野が前記被写体の検査部位に沿って順次移動するように首振りさせて、前記カメラの視野が前記被写体の各検査部位に達するごとに前記カメラによって撮影し、撮影された検査部位の画像データを処理することにより前記被写体の状態を点検し得るようにした被写体の検査部位の撮影方法によって達成される。この撮影方法によれば、単一のカメラ

で被写体の大きさと検査部位の形態に応じて当該被写体の検査部位を最適な解像度で撮影して的確に点検することができる。

[0007] 本発明の実施にあたっては、前記カメラが自動露出機能を有して、前記被写体検査部位をカラー撮影するときその露出が自動的に調節されるようにすることが望ましい。この場合には、被写体の検査部位を囲って外乱光から遮断したり照度を管理しなくても、外乱光による画像濃度の変化が少なくなり、被写体の検査部位を一層的確に点検することができる。また、前記カメラが焦点距離変更機能を有して、その視野が前記被写体の各検査部位に達するごとに撮影される撮影範囲が略一定になるようにすることが望ましい。この場合には、前記カメラの焦点距離が被写体との距離に応じて自動的に調整されるので、被写体の検査部位の解像度が一定となり、撮影された被写体の画像データが均質な画像処理に適したものとなる。

[0008] さらに、上記の目的は、自動焦点機能を有するカメラをその周縁部上面にペースト状部材が带状に連続的に付着される被写体に対向して所定位置に首振り可能に配置して、同カメラをその視野が前記被写体の周縁部に沿って順次移動するように首振りさせ、前記カメラの視野が前記被写体の周縁部上面に带状に付着したペースト状部材の各検査部位に達するごとに前記カメラによって撮影し、撮影された画像の色又は濃淡を抽出すると共に同画像の画像データからノイズを除去し、前記抽出されたペースト状部材の带状領域の幅を順次検出して同带状領域が所定の幅であるか否かを判定し、前記検出した带状領域の幅が所定の幅より広すぎるか狭すぎると判定したとき前記ペースト状部材の付着状態が不良であると判定するようにしたペースト状部材の付着状態点検方法により達成される。この点検方法においては、前記検出した带状領域の幅が所定の幅より広すぎるか狭すぎると判定したときその判定結果をディスプレイ装置に表示することが望ましい。

[0009] また、上記の目的は、検査すべき被写体に対向して所定位置に首振り可能に配置した自動焦点機能を有するカメラと、同カメラをその視野が前記被写体の検査部位に沿って順次移動するように駆動する駆動手段と、前記カメラの視野が前記被写体の各検査部位に達するごとに同検査部位を撮影するように前記カメラを作動させる手段と、前記カメラによって撮影された検査部位の画像データを処理する画像処理手

段とを備えて、前記被写体の検査部位に付着した部材の状態を点検し得るようにした撮影装置によって達成される。この撮影装置の実施にあたっては、前記カメラが焦点距離変更機能を有して、その視野が前記被写体の各検査部位に達するごとに撮影される撮影範囲の解像度が略一定になるように同カメラの焦点距離が自動的に調整されるようにすることが望ましい。

図面の簡単な説明

[0010] 図面において、

図1は本発明による被写体の検査部位の撮影方法を適用した液体ガスケットの塗布及び検出ラインの側面図；

図2は図1に示した液体ガスケットの塗布及び検出ラインの平面図；

図3は被写体である変速機ハウジングの接合端面を示す平面図；

図4(a)－4(b)は図1に示したカメラによって撮影された変速機用ハウジングの接合端面に塗布されてカメラによって撮影された液体ガスケットの画像と同画像から抽出された液体ガスケットの画像データを示す写真；

図5は被写体である液体ガスケットの付着状態を検出する方法の一実施形態を示すフローチャートである。

最適な実施形態の説明

[0011] 以下に、本発明による被写体の検査部位の撮影方法を適用した液体ガスケットの塗布及び検出ラインを図1-図3を参照して説明する。図1及び図2に示したように、床面Fには変速機用ハウジング30が取付けられたパレット11を搬送するローラコンベア（搬送装置）10がA方向に沿って設置されており、その搬出側に配置した液体ガスケット（ペースト状のシール部材）の塗布及び検出ステーションSには、液体ガスケットの塗布装置20と支持枠27の上方支持部にチルト装置29を介して組付けた自動焦点機能を有するデジタルカメラ28が設けられている。変速機用ハウジング30が搭載されたパレット11は、塗布及び検出ステーションSにて停止され、床面F上に設置したシリンダ装置15により押し上げられて所定位置に位置決め保持される。

[0012] 変速機用ハウジング30は、その接合端面31が上側に位置するようにパレット11に搭載される。図3に示したように、変速機用ハウジング30の接合端面31にはその周

縁部に沿って多数の取付孔32が設けられ、同周縁部の外側に位置する外周縁部31aの上面に液状ガスケット35が塗布されるようになっている。

[0013] 図1及び図2に示したように、液体ガスケットの塗布装置20は、ローラコンベア10の一侧に沿って床面F上に固定された1対の支柱21の上端部にA方向と平行なX方向に沿って取付けた固定レール22と、この固定レール22にX方向へ移動可能に案内支持された移動台23と、この移動台23にX方向と直交する水平なY方向に延在するように案内支持された可動レール24により構成したXYロボットを備えており、可動レール24の先端に塗布ノズル25が昇降可能に設けられている。この塗布装置20においては、移動台23のX方向移動、可動レール24のY方向移動及び塗布ノズル25の昇降が制御装置(図示省略)により制御されて、塗布ノズル25の先端部25aが変速機用ハウジング30の接合端面31に接近した状態で同接合端面31の外周縁部31aに沿って移動され、同塗布用ノズル25の先端部25aから吐出するペースト状の液体ガスケット35が接合端面31の外周縁部31aに沿って塗布される。

[0014] 図1及び図2に示したように、支持枠27の上方支持部は液体ガスケットの塗布装置20の上方に延在していて、この上方支持部の下面に組付けたチルト装置29にデジタルカメラ28が下向き取付けられ塗布及び検出ステーションSにて位置決め保持された変速機用ハウジング30の真上に位置している。チルト装置29はX方向と平行なX軸O1回り及びY方向と平行なY軸O2回りに首振り可能にデジタルカメラ28を支持している。制御装置40には変速機用ハウジング30の接合端面31の外周縁部31aの形状が予めティーチングにより記憶されている。制御装置40はこの予め記憶したティーチングの内容に基づきデジタルカメラ28をその視野の中心部が塗布及び検出ステーションSに位置決め保持された変速機用ハウジング30の接合端面31の外周縁部31aに沿って移動するように、チルト装置29の両軸O1, O2回りの回動を制御してカメラ28を首振りさせるものである。また、制御装置40は、デジタルカメラ28が首振り作動するようにチルト装置の作動を制御するとき、変速機ハウジング30の接合端面31に塗布された液体ガスケット28に対する焦点距離が合うようにデジタルカメラ28の作動を制御するプログラムを記憶している。

[0015] この実施例において、デジタルカメラ28はカラー撮影可能なカメラであって、被写

体となる液体ガスケットの明るさに合わせて自動的に露出調整する自動露出調整機能、被写体に対するレンズの焦点を合わせる自動焦点機能及びレンズの焦点距離変更機能(ズーム機能)を有している。

- [0016] 図1に示したように、制御装置40には例えばCRT等のディスプレイ装置41が接続されている。制御装置40のメモリには、デジタルカメラ28によって撮影された変速機用ハウジング30の接合端面31に塗布した液体ガスケット35のデジタル画像を処理して液体ガスケット35の付着状態を検出し、撮影した画像に不良箇所があるときその不良箇所をディスプレイ装置に表示させるプログラムが記憶されている。
- [0017] 次に、上述したデジタルカメラによって撮影された画像の処理方法と同画像によって被写体である液体ガスケットの付着状態を検出する方法を塗布装置20の作動とともに説明する。パレット11にその接合端面31を上側にして搭載された変速機用ハウジング30は、ローラコンベア10により塗布及び検出ステーションSに搬入されてシリンダ装置15により位置決め保持され、液体ガスケットの塗布装置20によりその接合端面31の外周縁部31aに沿って液体ガスケット35が塗布される。液体ガスケット35が塗布された部分の撮影が塗布装置20によって妨げられない状態になったとき、デジタルカメラ28による撮影が開始される。
- [0018] この撮影に際しては、チルト装置29とデジタルカメラ28が制御装置40の制御下にて下記のように作動する。変速機用ハウジング30がシリンダ装置15によって位置決め保持された状態にてその接合端面31に塗布装置20の作動により液体ガスケット35が塗布された後に、デジタルカメラ28の視野の中心が変速機用ハウジングの接合端面31の外周縁部31aに沿って移動するようにチルト装置29の両軸O1、O2の回動が制御される。この作動時にデジタルカメラ28の撮影範囲が接合端面31の外周縁部に沿って少しずつ重複して間欠的に移動するようにチルト装置29の作動が制御され、接合端面31に塗布された液体ガスケット35を複数箇所にて撮影するようにデジタルカメラ28の作動が制御される。この撮影を実行するため、制御装置40は接合端面31の外周縁部の形状と同接合端面31に塗布された液体ガスケット35の各撮影箇所に対向する距離を記憶して、それぞれの撮影距離に応じてデジタルカメラ28の焦点距離を調節するようにプログラムされる。このプログラムによって、制御装

置40は液体ガスケット31の各撮影範囲における解像度が一定になるようにデジタルカメラ28の作動を制御する。なお、各撮影箇所におけるレンズの露出調整と焦点合わせはデジタルカメラ28それ自体が行う。このようにして撮影された液体ガスケットの画像データは制御装置40内のメモリに保存される。

[0019] 次に、上記のように撮影された液体ガスケット35の接合端面31における付着状態を検出して点検する方法を図4(a)ー4(d)を参照して説明する。図4(a)は上記のように撮影された液体ガスケット35の一部の画像に切れ目35aが存在してる状態を示している。

[0020] この実施例において、制御装置40は図5に示したプログラムを実行してデジタルカメラ28により撮影された画像から液体ガスケット35の画像データを抽出し、抽出した画像データに基づいて変速機用ハウジングの接合端面31に塗布された液体ガスケット35の付着状態を下記のとおり判定する。制御装置40は、図5に示したフローチャートのステップ101にて、液体ガスケット35の色(例えば、赤色)に基づいて図4(a)の画像から液体ガスケット35の画像データを抽出する。この抽出された画像データは、図4(b)にて符号36で示したように、図4(a)の画像に生じた赤色の部分よるノイズ36を含んでいる。そこで、制御装置40はステップ102にて図4(b)の画像に生じたノイズを除去して図4(c)に示したような液体ガスケット35のみを帯状領域を抽出する。引続き、制御装置40は図4(d)に示したように抽出した帯状領域の中心線を検出し、この中心線に沿って同中心線に直交する方向の帯状領域の幅Wをステップ103にて順次検出する。

[0021] 制御装置40は、ステップ103にて帯状領域の幅Wを検出する度毎に、ステップ104にて次の式により幅Wを判定する。

[0022]
$$W1 \leq W \leq W2$$

ただし W1 : 最小幅(例えば1.0mm)

W2 : 最大幅(例えば1.5mm)

$W1 \leq W \leq W2$ であれば良好と判定し、 $W1 \leq W \leq W2$ でなければその幅Wを検出した位置の液体ガスケット35の幅が不良であると判定して、その判定結果をステップ106にてメモリに記録し、次のステップ105にて幅Wの検出位置が帯状領域の末端

に達したか否かを判定し、末端に達していなければステップ103ー106の処理を繰り返し、末端に達したとき図5に示したプログラムの実行を終了する。このようにして、制御装置40は引き続き次の画像データについて図5のプログラムを実行して液体ガスケット35の付着状態を検出する。

- [0023] 上記の検出過程にて制御装置40がステップ106にてそのメモリに記録した判定結果においては、 $W=0$ であれば液体ガスケット35の切れ目があると判定され、 $0 < W < W1$ であれば液体ガスケット35の幅が過小であると判定され、 $W > W2$ であれば液体ガスケットの幅が過大であると判定される。液体ガスケット35に切れ目があったりその幅が過小であると、変速機用ハウジング30の接合端面31に相手側部材が接合されたときその接合部からオイルが漏れる虞があり、液体ガスケット35の幅が過大であると、変速機用ハウジング30の接合端面31に相手側部材を接合したとき液体ガスケットがその接合部からはみ出して当該変速機の内部に異物となって入り込み同変速機の作動に支障を来すことになる。
- [0024] 上述した液体ガスケット35の付着不良に起因する欠陥を無くするため、制御装置40はそのメモリに記録した判定結果を当該変速機用ハウジングの製造番号と共にCRTディスプレイ装置41に表示させる。この表示においては、液体ガスケットの付着不良の箇所が赤丸を付して表示されるようにする。これにより、作業者はコンベアライン11から搬出された当該変速機用ハウジングの接合端面における赤丸を付された個所を点検して、手直し可能な不良であれば手直しを行い、手直し不能な欠陥であればその変速機用ハウジングを適宜な保管場所に保管する。
- [0025] この実施例においては、変速機用ハウジング30の接合端面31に塗布された液体ガスケット35を撮影するため、カラー撮影可能で自動露出機能と自動焦点距離変更機能を有するデジタルカメラ28を上記のチルト装置29に取付けたことにより、デジタルカメラ28によって撮影された液体ガスケットの画像データが外乱光による濃度変化をもたらされるが少なくなり、被写体である変速機用ハウジングの接合端面に対する撮影距離が変化しても撮影された液体ガスケットの画像がボケることがなく画像処理に適した画像データが得られる。また、デジタルカメラ28がチルト装置の駆動によって首振り作動してその視野の中心が被写体である変速機用ハウジングの接合端面に

沿って移動するようにしたことにより、被写体の大きさや撮影範囲の解像度に拘わりなく単一のカメラで被写体の検査部位を全て撮影することができる。

- [0026] 本発明の実施にあたって、液体ガスケット35に0.2mm程度の切れ目があるときこれを検出するためには、被写体の解像度を0.2mm/ドット程度にする必要がある。このためには、有効画素数が幅640ドット×高さ480ドットのCCDカメラを使用した場合、デジタルカメラ28による接合端面31の撮影範囲は、ノイズを考慮すれば幅64mm×48mm程度に絞る必要があり、これは変速機用ハウジング30の接合端面31の全体の幅と高さ(例えば、360mm×300mm)に比して小さな値になる。しかし、デジタルカメラ28は接合端面31の外周縁部のみを撮影するものであるため、1回の撮影範囲を絞った割には撮影時間は増大しない。
- [0027] 本発明の実施にあたって、デジタルカメラ20をチルト装置29の作動により首振りさせて被写体である接合端面31を撮影するようになっているため、被写体に対する撮影距離が変化した被写体の各撮影範囲の解像度が異なったものとなる。しかしながら、デジタルカメラ28は焦点距離変更機能を有してその視野が接合端面31に塗布された液体ガスケットの各検査部位に達するごとに撮影される領域の解像度が略一定になるので、撮影された画像は均質になってデジタル処理に適したものとなる。
- [0028] 上述した実施例においては、変速機用ハウジングの接合端面31に塗布された液体ガスケットを順次重複して撮影するようにしたが、本発明は変速機用ハウジングの接合端面に限らず、様々な形態の部品の接合端面又は同接合端面に付着した部材の状態を点検するのに適していることは明らかである。また、上述した実施例においては、図5に示したプログラムのステップ101にて液体ガスケット35の色(赤色)に基づいて画像データの抽出をしたことにより、周辺に位置するピン等の影響を受けることなく液体ガスケットの画像データを抽出して同液体ガスケットの付着状態を的確に検出することができる。このような利点は、液体ガスケット等のシール部材の他の色に基づいてその画像データを抽出しても得られることは明らかである。

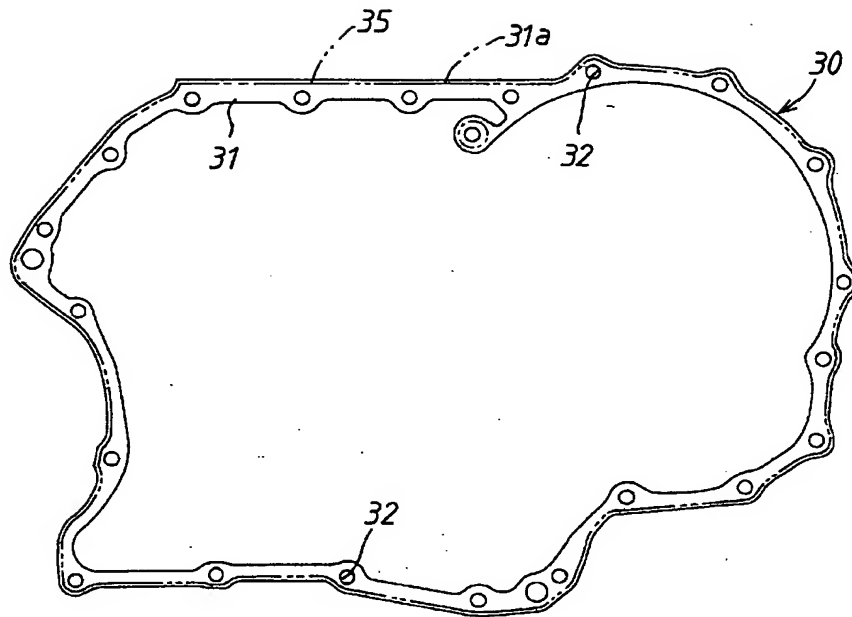
請求の範囲

- [1] 自動焦点機能を有するカメラを検査すべき被写体に対向して所定位置に首振り可能に配置して、同カメラをその視野が前記被写体の検査部位に沿って順次移動するように首振りさせ、前記カメラの視野が前記被写体の各検査部位に達するごとに前記カメラによって撮影し、撮影された検査部位の画像データを処理することにより前記被写体の状態を点検し得るようにした被写体の検査部位の撮影方法。
- [2] 前記カメラが自動露出調整機能を有して、前記被写体の検査部位をカラー撮影するときその露出が自動的に調節されるようにした請求項1に記載した撮影方法。
- [3] 前記カメラが焦点距離変更機能を有して、その視野が前記被写体の各検査部位に達するごとに撮影される撮影範囲の解像度が略一定になるように同カメラの焦点距離が調節されるようにした請求項1に記載した撮影方法。
- [4] 自動焦点機能を有するカメラをその周縁部上面にペースト状部材が帯状に連続的に付着される被写体に対向して所定位置に首振り可能に配置して、同カメラをその視野が前記被写体の周縁部に沿って順次移動するように首振りさせ、前記カメラの視野が前記被写体の周縁部上面に帯状に付着したペースト状部材の各検査部位に達するごとに前記カメラによって撮影し、撮影された画像の色又は濃淡を抽出すると共に同画像の画像データからノイズを除去し、前記抽出されたペースト状部材の帯状領域の幅を順次検出して同帯状領域が所定の幅であるか否かを判定し、前記検出した帯状領域の幅が所定の幅より広すぎるか狭すぎると判定したとき前記ペースト状部材の付着状態が不良であると判定するようにしたペースト状部材の付着状態点検方法。
- [5] 前記検出した帯状領域の幅が所定の幅より広すぎるか狭すぎると判定したときその判定結果をディスプレイ装置に表示するようにした請求項4に記載したペースト状部材の付着状態点検方法。
- [6] 前記被写体の周縁部上面に帯状に連続的に付着されるペースト状部材が、液体ガスケットである請求項4に記載したペーストの塗布状態点検方法。
- [7] 検査すべき被写体に対向して所定位置に首振り可能に配置した自動焦点機能を有するカメラと、同カメラをその視野が前記被写体の検査部位に沿って順次移動するよ

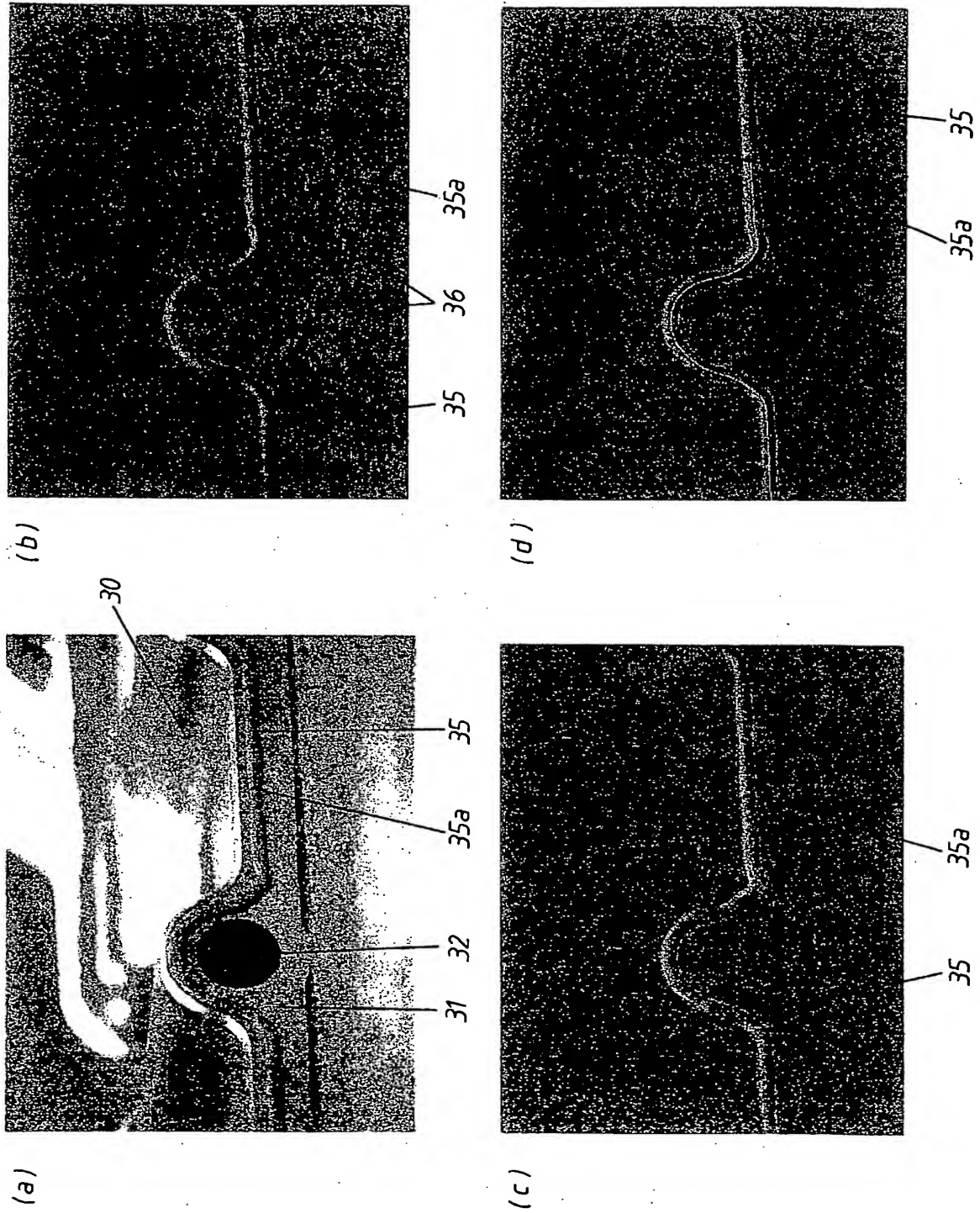
うに駆動する駆動手段と、前記カメラの視野が前記被写体の各検査部位に達するごとに同検査部位を撮影するように前記カメラを作動させる手段と、前記カメラによって撮影された検査部位の画像データを処理する画像処理手段とを備えて、前記被写体の検査部位に付着した部材の状態を点検し得るようにした撮影装置。

- [8] 前記カメラが焦点距離変更機能を有して、その視野が前記被写体の各検査部位に達するごとに撮影される撮影範囲の解像度が略一定になるように同カメラの焦点距離が調節されるようにした請求項7に記載した撮影装置。
- [9] ペーストがその周縁部上面に帯状に連続的に塗布される被写体に対向して所定位置に首振り可能に配置した自動焦点機能を有するカメラと、同カメラをその視野が前記被写体の周縁部に沿って順次移動するように駆動する駆動手段と、前記カメラの視野が前記被写体の周縁部上面に帯状に付着したペーストの各検査部位に達するごとに同検査部位に位置するペーストを撮影するように前記カメラを作動させる手段と、前記カメラによって撮影された画像の色又は濃淡を抽出すると共に同画像の画像データからノイズを除去する処理手段と、前記抽出されたペーストの帯状領域の幅を順次検出して同帯状領域が所定の幅であるか否かを判定し、前記検出した帯状領域の幅が所定の幅より広すぎるか狭すぎると判定したとき前記ペーストの付着状態が不良であると判定する判定手段とを備えたペーストの付着状態点検装置。
- [10] 前記判定手段にて前記ペーストの付着状態が不良であると判定されたときその判定結果を視認できるように表示するディスプレイ装置を設けたことを特徴とする請求項9に記載したペーストの付着状態点検装置。

[図3]



[図4]



[図5]

